

Quarterly e-mail newsletter for

Ceramics Research Forum in Medicine, Biomimetics, and Biology

THE DIVISION

No. 47

Autumn, 2006

Editor-in-Chief K. Teraoka, National Institute of Advanced Industrial Science and
Technology (AIST)

Associate Editor T. Miyazaki, Kyushu Institute of Technology
T. Kawai, Chubu University

Editorial Staffs

J. Hamagami, Tokyo Metropolitan University	M. Neo, Kyoto University
M. Hattori, NGK Spark Plug Co., Ltd.	T. Ogawa, PENTAX Co., Ltd.
S. Hayakawa, Okayama University	M. Ohgaki, Tokyo Medical Dental Univ.
K. Ioku, Tohoku University	C. Ohtsuki, NAIST
K. Ishikawa, Kyushu University	H. Takeuchi, PENTAX Co., Ltd.
M. Kikuchi, NIMS	N. Tomita, Kyoto University
S. Nakamura, Tokyo Medical & Dental Univ.	H. Unuma, Yamagata University

Contents

1. MESSAGE & OPINION	3
< 巻頭言 >	
生体関連セラミックス討論会を振り返って (明治大学 理工学部 相澤守)	
2. INFORMATION ON RESEARCH & DEVELOPMENT	5
< 名物研究室紹介 >	
名古屋大学大学院工学研究科結晶材料工学専攻ナノ固体化学講座機能性結晶化学研究グループ (大槻研究室) (川内義一郎)	
3. INTRODUCTION OF RECENT PAPERS	8
< 論文紹介 >	
4. ANNOUNCEMENT	10
< 行事案内 >	
(1) MATERIALS 2007	
(2) 31st International Cocoa Beach Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites	
< 読者からのメッセージ >	

1. MESSAGE & OPINION

〈巻頭言〉

生体関連セラミックス討論会を振り返って

明治大学・理工学部 相澤 守

過日、The DV 編集委員長の寺岡先生より巻頭言執筆の依頼があり、前編集委員長として多くの先生方に原稿をお願いし、お手を煩わせてきた手前、断れず引き受けてしまった。いざ、引き受けてみると、巻頭言を書くのはこんなにも難しいのかと再認識し、諸先生方の文章能力の高さを改めて実感している。

とはいうものの、約束してしまった以上、何か書かないといけないので、ABC2006 でタイ・バンコクを往復する機内で巻頭言の内容を考え、12/1 に第 10 回が開催される「生体関連セラミックス討論会」について、私自身の研究活動とともに振り返ってみることにした。

第 1 回の生体関連セラミックス討論会は、1997 年 12 月 12 日に岡田清先生のお世話で東京工業大学大岡山キャンパスにて開催された。私は当時、上智大学に在籍しており、「均一沈殿法による繊維状アパタイトの合成とタンパク質吸着特性」という演題で発表していた。その頃の私は助手で 1996 年 12 月に論文博士として学位を取得し、研究者として歩み始めて 1 年目というときであった。そのセッションの座長は小久保正先生であり、相当緊張して発表したのを思い出した。このときの講演時間は、発表 5 分、討論 10 分と設定されており、十分な討論時間が確保されていた。これは十分な質疑応答時間を確保することで、講演者（学生を含む若手研究者）に学会での討論というものを十二分に経験させ、研究者としての成長を促すことを狙っているのだろう。少なくとも私は人と人とのつながりも含めて、この討論会のおかげで随分勉強させてもらったと実感している。この良き伝統は第 10 回を迎える現在も続いており、私の研究室ではこの討論会で必ず一度は揉まれることが博士前期課程の修了要件としている。

第 1 回の討論会後の懇親会でも印象的な思い出がある。当時、石川邦夫先生（現、九州大学教授）はラットを使ってご自分で開発されたセメントの生体内反応を調べ、その成果をご発表されていた。私はバイオマテリアルの開発は「材料合成から機能評価までを一貫して行なうこと」が重要であると考えており、石川先生の仕事を羨望のまなざしで見つめていた。懇親会するとき、その話をしたところ、なんとも気さくに石川先生に「相澤先生が *in vivo* 試験をやりたいと思っていれば必ず先生も *in vivo* 試験できるで」と言われ、そういうものかと思っていましたが、その 2 年後に幸いにも慶應義塾大学医学部整形外科教室と共同研究する機会に恵まれ、ウサギやラットを用いた *in vivo* 実験をできるようになった。ここから、極当たり前のことであるが、「研究者は自分の進みたい方向に強い意志をもち、それを継続させていくことこそが肝要である」のだということを実感した。

第 2 回は 1998 年 12 月 11 日に京都リサーチパーク、第 3 回は 1999 年 11 月 26 日に名古屋（ルブラ王山）、第 4 回は大阪（エル・おおさか）と主要都市部で開催された。私もこれらの討論会に参加し、自分自身で発表あるいは諸先生方の発表を聞き討論に参加しながらバイオセラミックスに関する研鑽を深めていった。第 4 回以降の討論会もほぼ全参加であるが、唯一、第 5 回の討論会だけは、

ちょうどケンブリッジ大学のボンフィールド先生のところに留学していたため、不参加であり、惜しくも皆勤賞にはいたっていない。

その他、私が特に鮮烈な記憶として残っているイベントに「学生座長」がある。この討論会は、「若手育成」ということを掲げているが、それを具現化する試みであったと思う。学生とベテランの先生とをペアにして、2人で座長として討論会を進行していくというもので、この試みは東京医科歯科大学の山下仁大先生と中村聡先生が開催された第7回の討論会（2003年12月4-5日）で初めて導入された。私の研究室からも学生を一人出してほしいと依頼があったが、そのとき私は明治大学に異動（2003年4月より現職）した直後であった。さすがに、私の研究室第1期生（学部4年生）には荷が重すぎるので、当時、上智大学大学院（2年生）に残っていた河田君に座長を依頼した。彼は当初困惑していたが、最終的には非常に良い経験であったと喜んでいたので、この試みは成功したのだと思う。座長を経験すると、討論会で質問することにバリアーがなくなるのか彼は討論会2日目にはかなり派手に質問していたようである。この試みは、日本大学の故安江先生・遠山先生のお世話で開催された第9回討論会でも導入されている。

私どもの研究室でも第8回討論会（明治大学アカデミーコモン；2004年12月2-3日）を開催させていただく機会を得た。私が明治に異動して2年目の年であり、一緒に動いてくれる学生も10名程いたので、研究室一丸となって取り組むことができた。このときには学生の発表を1日目にすべて集め、学生を表彰するイベントを開催した。生体関連材料部会の役員の先生方に審査員としてご協力いただき、学生の発表を厳密に審査し、得点の高い学生を表彰した。このとき特に発表が優秀で表彰された学生には、現在、名古屋大学教授大槻先生の研究室で助手をしている川内先生（当時、井奥先生（東北大学教授）のところの博士後期課程の学生）や名工大教授春日先生の研究室の出身である前田先生（現在、東北大学助手）らがいる。また、「ベスト質問賞」という賞も設けたところ、前述の川内先生が選出され、この第8回討論会のMVPは川内先生であったと思う。賞品は、当時、部会長であった田中順三先生のサイン入り賞状と産総研の寺岡先生デザインのniceなグッズであり、（私は見ていないが）おそらく記憶に残る賞品であったと想像する。この懇親会の席上で、当時、奈良先端大の上高原先生（現在、井奥先生の研究室に助手として勤務）から「もし、1年前にこのイベントがあれば、僕がもらっていたのに・・・」と漏らしていたのを小耳に挟んだことも忘れてはならない。彼は学生当時から積極的に的確な質問を繰り返しており、私自身、質問をしないといけないあと何度も背中を押される思いをしたことがある。

さて、今年度は2006年12月1日に東京工業大学（すずかけ台キャンパス）で記念すべき第10回討論会が東京工業大学応用セラミックス研究所の安田先生および名古屋大学の川内先生のお世話で開催される。今回は、先に述べた「学生座長」と「学生表彰」のイベントのほかに研究室紹介の企画もあると聞く。あと、1週間ほどで当日を迎えるが、討論会の盛会と今後のバイオセラミックス分野の発展を祈念し、筆を置きたい。

2. INFORMATION ON RESEARCH & DEVELOPMENT

<名物研究室紹介>

名古屋大学 大学院 工学研究科 結晶材料工学専攻
ナノ固体科学講座 機能結晶化学研究グループ
(大槻研究室)

川内 義一郎

本研究室は、大槻 主税 教授の就任に伴って平成 18 年度 4 月に新体制で出発しました。Division 編集長から、将来の名物研究室になるグループへの期待も込めて、執筆を依頼されましたので、現状と将来の展望を紹介いたします。大槻教授の着任後、5 月から助手として川内 義一郎が加わり、菊田 浩一 助教授と協力しながら、少しずつ新体制の研究室へと模様替えを進めている状況です。この数ヶ月で、荷物搬入、整理や模様替え、掃除を繰り返して、どうにか新体制での実験環境が整ってきました。

研究室は、地下鉄名古屋大学駅に直結する東山キャンパスの工学研究科 1 号館の 8 階にあります。10 階建てビルの 8 階にある研究室ですので、眺めはよく、学生の居室からは、夕焼けと繁華街の夜景が特にきれいです。

現在の構成メンバーは、教授 1 名、助教授 1 名、助手 1 名、秘書 1 名、博士後期課程（博士）4 名（3 名が奈良先端科学技術大学院大学（NAIST）から転入学してきました）、博士前期課程（修士）4 名、学部 4 年生 5 名です。



図 1 平成 18 年の大槻研のメンバー

研究設備としては、セラミックスや有機-無機ハイブリッドの合成に用いる器具や電気炉、加工装置を揃え、合成した材料を評価する分光分析装置（XRD, XPS, Raman, FT-IR, UV-Vis, ICP-AES）も日

常的に利用しています。一通りの材料合成と分析をするに十分な環境です。古い装置も結構あるので、ご機嫌が悪くなった装置をメンテナンスするのがたいへんです。

さて、本研究室で取り組んでいる課題は、セラミックスをキーワードとして、プロセッシングを最適化し、微構造を制御するアプローチで、生体の修復に使う機能、環境・エネルギーに関する機能を中心に、機能性材料を設計しています。大槻 教授と川内は、生体材料、菊田 助教授は固体酸化物型燃料電池（SOFC）や強誘電体などについて研究を進めています。

特に生体に関連するセラミックスの分野については、大槻 教授と川内がそれぞれ取り組んできたアプローチをさらに融合しながら、材料が生体に対して発現する機能を材料と生体の相互作用を分子レベルでとらえることによって生体適合性機構の解明と新しい生体材料設計に必要な知見を得ていこうと考えています。大槻 教授は、NAIST でゾルゲル法による有機-無機ハイブリッド、バイオメテック環境での有機-無機複合材料の創製、生体吸収性セラミックスを中心に研究を進めてきました。一方、私は水熱プロセスを中心にして材料を合成し、その機能性を生命科学的な視点と手法を用いて調べてきました。これらを上手く融合して、新しい材料の合成やその解析法の開発を進めたいと考えております。

これからは中部圏、名古屋の大槻研から情報発信するためにスタッフと学生は連日、楽しく時に厳しく研究しています。当面の大槻研の研究領域（野望?）を下記に示します。

- セラミックスを基材にした新規バイオマテリアルの創製
- バイオインスパイアードな材料設計に基づく生体組織類似型有機-無機ハイブリッドの開発
- 生体内環境におけるセラミックスの挙動の解析
- 電磁気・光学・生体機能薄膜のケミカルプロセッシング
- 光反応によるセラミックプロセッシング
- 環境浄化用セラミックスに関する研究

最後になりますが、名古屋にお越しの際には、是非名大の大槻研にお立ち寄りください。研究室の詳しい情報につきましては、ホームページ公開しております。こまめに更新するよう心がけますので、ご覧いただけますと幸いです。今後ともよろしく願いいたします。

・住所/連絡先

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学 工学研究科 1号館
名古屋大学 大学院 工学研究科 結晶材料工学専攻

ナノ固体科学講座 機能結晶化学研究グループ（大槻研）

Tel ; 052-789-3343（大槻 教授室） 052-789-3345（菊田 助教授室 with 川内）

Fax ; 052-789-3182（研究室専用）

Mail ; ohtsuki@apchem.nagoya-u.ac.jp（大槻 教授）

kawachi@apchem.nagoya-u.ac.jp（川内）

・研究室ホームページ

www.apchem.nagoya-u.ac.jp/

※ 学内審査が終わり次第，公開します。

※ <http://www.apchem.nagoya-u.ac.jp/06-K-5/index.html>

3. INTRODUCTION OF RECENT PAPERS

<論文紹介>

お題「Cell response for Biomaterials」

*最近気になるお題に関して論文3報選んでみました。今号のお題選者は九州大学大学院歯学研究院の竹内先生です。次号でも、読者の考えをお題に反映させていただきたいと考えております。皆様からのお題提案をお待ち申し上げます。（お題送り先：ok-teraoka@aist.go.jp）

J. Biomed. Mater. Res., in press (2006)

“Differentiation of mononuclear precursors into osteoclasts on the surface of Si-substituted hydroxyapatite,”

C. M. Botelho, R. A. Brooks, G. Spence, I. McFarlane, M. A. Lopes, S. M. Best, J. D. Santos, N. Rushton and W. Bonfield

健全な骨では、骨吸収と骨形成が常にバランスよく行われている。本研究ではこれまでに、水酸アパタイト (HA) の格子中にシリコンを導入すれば、ヒト骨芽細胞の増殖および分化が促進されることを示した。そこで本論文では、シリコン置換 HA (0.8, 1.5 wt% Si-HA) が、末梢血単核細胞 (peripheral blood mononuclear cells; PBMC) および CD14 + 単球 (CD14+) の破骨細胞への分化に及ぼす影響を調べた。その結果、Si-HA 表面で PBMC および CD14+ は成熟した破骨細胞へ分化することが示された。すなわち、Si-HA 上で培養された細胞の大部分は、破骨細胞のマーカーとなる、アクチン環および酒石酸抵抗性ホスファターゼ (TRAP) やピトロネクチンレセプター陽性の多核細胞を形成した。破骨細胞の存在下において、1.5 wt% Si-HA から培地中へのカルシウムイオンおよびリン酸イオンの放出量は HA からの放出量よりも多く、1.5 wt% Si-HA は HA よりも破骨細胞による吸収性が高いことが示唆された。吸収のメカニズムについては依然として不明な点が多いが、Si-HA は、破骨細胞への分化を促進し、破骨細胞による吸収を受けることが明らかになった。

J. Mater. Sci. Mater. Med., **17**, 619-625 (2006)

“Ti-6Al-7Nb promotes cell spreading and fibronectin and osteopontin synthesis in osteoblast-like cells,” T.

Osathanon, K. Bessinyowong, M. Arksornnukit, H. Takahashi and P. Pavasant

純チタン (commercially pure titanium; cpTi) および Ti-6Al-7Nb 合金 (Ti-6Al-7Nb) 上での、ヒト骨芽細胞様細胞 (SaOS-2) の初期応答を比較した。細胞接着については、cpTi および Ti-6Al-7Nb 間で有意な差は見られなかった。しかし、SaOS-2 細胞播種 4 時間後の走査型電子顕微鏡による形態観察によれば、Ti-6Al-7Nb 表面において良好な細胞の伸展が観察された。細胞播種 48 時間後では、ウェスタン分析および逆転写ポリメラーゼ連鎖反応法による分析によれば、Ti-6Al-7Nb 表面で培養された SaOS-2 細胞は、より多くのフィブロネクチンおよびオステオポンチンを生成していた。これらの結果より、Ti-6Al-7Nb は SaOS-2 細胞の伸展と、SaOS-2 細胞によるフィブロネクチンおよび

ポステオポンチンの生成を促進することが示唆された。Ti-6Al-7Nb はインプラント歯科における応用が期待される。

Biomaterials, **27**, 4428-4433 (2006)

“Nanocomposites of hydroxyapatite with aspartic acid and glutamic acid and their interaction with osteoblast-like cells,”

E. Boanini, P. Torricelli, M. Gazzano, R. Giardino and Adriana Bigi

水酸アパタイト (HA)-アスパラギン酸 (ASP) および HA-グルタミン酸 (GLU) ナノ結晶を、種々の濃度のアミノ酸を含む溶液中で合成した。HA 結晶に ASP あるいは GLU が導入されることによって、(0 0 2) および (3 1 0) 面方向の可干渉距離が減少し、アミノ酸が HA と相互作用していることが示された。FTIR 分析の結果より、酸性アミノ酸のカルボキシル基が HA のカルシウムイオンと相互作用していることが示された。HA へのアスパラギン酸の相対導入量は、グルタミン酸のそれよりも高く、アスパラギン酸のアパタイトに対する親和性はより高いことが示唆された。骨芽細胞様細胞 (MG63 細胞) を複合体ナノ結晶上で培養した結果、良好な増殖と、ALP 活性、Type I コラーゲン、TFG-betaI およびオステオカルシンの生成量の増加を示し、酸性アミノ酸により骨芽細胞の活性化および細胞外マトリクスの石灰化プロセスが促進されることが示された。

4. ANNOUNCEMENT

<行事案内>

(1) MATERIALS 2007

【日時】 2007年4月1日-4日

【場所】 ポルトガル ポルト

【ホームページ】 <http://paginas.fe.up.pt/~mate2007/>

(2) 31st International Cocoa Beach Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites

"Bioceramics and Biocomposites Symposium"が開設されます。

【日時】 2007年1月21~26日

【場所】 Hilton Daytona Beach Resort and Ocean Center, Daytona Beach, Florida, USA

【ホームページ】 <http://www.ceramics.org/meetings/cocoabeach2007/home.asp>

<読者からのメッセージ>

From 尾坂先生 (岡山大学)

Biomat.net Newsletter

Issue 5, Volume 7, May 2006

<http://www.biomat.net>.

編集後記

あー、今号編集には往生しました。原稿集めの難しさを痛感しました。無料をお願いしている原稿を催促するのは気が咎めるものです。そろそろ The Division でも、執筆者に原稿料を出せるようすべきではないかと考えます。どうでしょうか？

今回は激のろな The Division でしたが、次はがんばりますよ。皆様どうぞよろしく。

(The Division 編集長：寺岡 啓)

今度の生体関連セラミックス討論会では、研究室紹介のポスタ発表とともに生体関連材料部会の紹介ポスタも展示されます。このポスタ作成にあたり、生体関連セラミックス・メーリングリスト参加者の推移を調べ直してみたところ、参加者数が 2000 年の運用開始時（120 名）から約 2.5 倍になっていることが分かりました。この大きなコミュニティを最大限に活かして、新たな展開を図っていきたいと考えております。

(The Division 副編集長：宮崎敏樹)

皆様大変お待たせいたしました。最近暗いニュースが多いですが、命の大切さを我々の取り組んでいる生体材料の研究や開発の中でもっと示していく必要があるのではないかと強く感じます。その発信源のひとつとしてこのニュースレターも活用できるのではないのでしょうか。特に学生を含めた若い方たちのアイデアを積極的に取り入れて行こうと考えていますので、ご意見ご希望などドシドシお寄せください。今後とも宜しくお願い申し上げます。

(The Division 副編集長：川井貴裕)